PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6:	1	(11) Internationale Veröffentlichungsnumme	er: WO 98/43327
H01S	A2	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 1.	Oktober 1998 (01.10.98)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE98/00737

(22) Internationales Anmeldedatum:

12. März 1998 (12.03.98)

(30) Prioritätsdaten:

197 12 845.9

26. März 1997 (26.03.97)

DE | Ve

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): AURACHER, Franz [DE/DE]; Eichenstrasse 26, D-82065 Baierbrunn (DE). MÄRZ, Reinhard [DE/DE]; Comeniusstrasse 4, D-81667 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

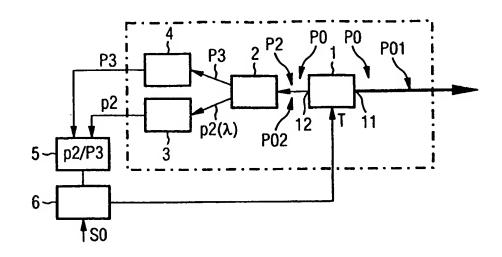
Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: METHOD FOR STABILIZING THE WAVELENGTH OF A LASER AND ARRANGEMENT FOR IMPLEMENTING SAID METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR WELLENLÄNGENSTABILISIERUNG EINES LASERS UND ANORDNUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS

(57) Abstract

The invention relates to a method and an arrangement which make it possible to measure a ratio (p2/P3) dependent on the overall optical power (P0) of the laser (1) between a power (p2) from a fraction (P2) of the overall power (P0) filtered by a filter, (2) said overall power (p2) substantially containing only the wavelength (λ) to be stabilized, and a second fraction (P3). The value thus obtained is then compared with a desired value (S0). The temperature (T) of the laser (1) is regulated according to the desired value (S0) if the resulting value does not correspond with the desired value (SO).



(57) Zusammenfassung

Bei dem Verfahren und der Anordnung wird ein von der optischen Gesamtleistung (P0) des Lasers (1) unabhängiges Verhältnis (p2/P3) zwischen einer von einem Filter (2) aus einem Anteil (P2) der Gesamtleistung (P0) ausgefilterten Leistung (p2), die im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge (λ) enthält, und einem weiteren Anteil (P3) gemessen, mit einem Sollwert (S0) verglichen und bei einer Abweichung vom Sollwert (S0) die Temperatur (T) des Lasers (1) auf den Sollwert (S0) geregelt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

							•
AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
ΑU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungam	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	zw	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumānien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

WO 98/43327

PCT/DE98/00737

Beschreibung

Verfahren zur Wellenlängenstabilisierung eines Lasers und Anordnung zur Durchführung des Verfahrens

1

5

10

15

20

25

30

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wellenlängenstabilisierung eines Lasers, insbesondere Halbleiterlasers.

Halbleiterlaser enthaltende Lasermodule für optische Übertragungssysteme mit Wellenlängenmultiplex-Technik (WDM-Technik) müssen während der gesamten geforderten Lebensdauer (10⁵ Stunden!) ihre Wellenlänge sehr stabil halten, damit sich die Übertragungseigenschaften im Wellenlängenkanal nicht unzulässig ändern bzw. kein Übersprechen auf Nachbarkanäle auftritt. Derzeit sind vorwiegend WDM-Systeme mit 4 und 8 Wellenlängenkanälen mit einem Kanalabstand von 400 Ghz (entspricht 3.2 nm) bzw. 200 Ghz (entspricht 1.6 nm) im Einsatz. Die Zahl der Wellenlängenkanäle wird sich jedoch in Kürze auf 16 und mittelfristig auf 32 bis 64 Kanäle erhöhen, wobei sich der Kanalabstand entsprechend der höheren Kanalzahl verkleinern wird.

Bei den heute eingesetzten Lasermodulen wird die Feineinstellung und Stabilisierung der Wellenlänge ausschließlich über die Temperatur der Laserdiode bewirkt. Die typische Änderung der Wellenlänge für $1.5~\mu m$ -Halbleiterlaser liegt z.B. bei 0.1~nm/K Temperaturänderung. Diese indirekte Wellenlängenstabilisierung hat den Nachteil, daß sie Alterungseffekte der Laserdiode in keiner Weise berücksichtigt. Führende Hersteller von Lasermodulen garantieren derzeit eine Wellenlängenstabilität von 0.3~nm innerhalb der Lebensdauer. Dieser Wert ist jedoch für zukünftige leistungsfähige WDM-Übertragungssysteme mit kleinerem Kanalabstand nicht ausreichend.

Die im Anspruch 1 und 7 angegebene Erfindung hat demgegenüber den Vorteil, daß eine einfache, direkte Wellenlängenstabilisierung eines Halbleiterlasers auf Basis einer Verhältnisre-

2

gelung bereitgestellt ist, die besonders bei Halbleiterlaser enthaltenden Lasermodulen für optische Übertragungssysteme mit WDM-Technik einsetzbar ist, aber nicht auf solche Laser beschränkt ist, sondern prinzipiell bei jeder Art Laser verwendbar ist.

Um die emittierte Wellenlänge zuverlässig zu messen, wird erfindungsgemäß zusätzlich ein optisches Filter verwendet, das vorteilhafterweise in ein Lasermodul eingebaut werden kann. Da das Filter ein passives Bauelement ist, kann generell eine

hohe Langzeit-Wellenlängenstabilität erreicht werden.

Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens nach Anspruch 1 gehen aus den Ansprüchen 2 bis 6 hervor.

Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Anordnung nach Anspruch 7 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus den Ansprüchen 8 bis 18
hervor. Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäße Anordnung
ist in der ihr zugrundeliegenden Konzeption zu sehen, die eine problemlose Integration zusammen mit einem Halbleiterlaser
oder in einem ganzen Sendemodul auf der Oberfläche eines
Substrats mit einfachen herkömmlichen Herstellungstechniken
erlaubt.

Die Erfindung wird bevorzugterweise in optischen Sendemodulen mit Halbleiterlasern verwendet (Anspruch 19), zur Langzeitstabilisierung einer Wellenlänge des Lasers. Mit der Erfindung lassen sich vorteilhafterweise optische Festfrequenzquellen für die Sensorik realisieren.

Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung anhand der Figuren beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

5

10

15

20

25

30

3

- Figuren 1 bis 4 jeweils in Draufsicht und stark vereinfachter Darstellung vier unterschiedliche grundlegende Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Anordnung,
- 5 Figuren 5 und 6 in schematischer Darstellung ein Filter in Form eines Bragg-Gitters bzw. in Form eines Richt-kopplers oder Interferometers,
- Figur 7 in schematischer Schnittdarstellung eine Realisierung einer Ausgestaltung der Ausführungsform nach Figur 1
- Figur 8 in schematischer Schnittdarstellung eine Realisierung einer Ausgestaltung der Ausführungsform nach Figur 2,
 - Figur 9 in schematischer Schnittdarstellung eine Realisierung einer Ausgestaltung der Ausführungsform nach Figur 4,
 - Figur 10 in schematischer Schnittdarstellung eine Realisierung einer Ausgestaltung der Ausführungsform nach Figur 4.
- 25 Die Figuren sind nicht maßstäblich.

20

35

Bei der in den Figuren jeweils beispielhaft dargestellten erfindungsgemäßen Anordnung, die eine Verkörperung des erfindungsgemäßen Verfahrens bildet, ist erfindungswesentlich das optische Filter 2, dem ein zu filternder Leistungsanteil P2 der vom Laser 1 abgestrahlten optischen Gesamtleistung P0 zugeführt ist und das aus diesem zugeführten Leistungsanteil P2 eine Leistung p2 ausfiltert, die im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge λ enthält.

Die ausgefilterte Leistung p2 wird gemessen, indem sie einem optischen Detektor 3 zur Detektion zugeführt wird.

4

Von der vom Laser 1 abgestrahlten optischen Gesamtleistung P0 ist ein weiterer Leistungsanteil P3 derart abgeleitet, daß ein Verhältnis p2/P3 zwischen der ausgefilterten Leistung p2 und dem weiteren Leistungsanteil P3 unabhängig von dieser Gesamtleistung P0 ist. Beispielsweise ist dies der Fall, wenn sowohl die ausgefilterte Leistung p2 als auch der weitere Leistungsanteil P3 jeweils proportional zur Gesamtleistung P0 sind, da sich dann die im Verhältnis p2/P3 sowohl im Zähler als auch Nenner vorkommende Gesamtleistung P0 herauskürzt.

10

5

Der weitere Leistungsanteil P3 wird gemessen, indem er einem weiteren optischen Detektor 4 zur Detektion zugeführt wird.

Es wird das Verhältnis p2/P3 zwischen der gemessenen bzw. detektierten ausgefilterten Leistung p2 und dem gemessenen bzw. detektierten weiteren Leistungsanteil P3 gebildet. Dazu ist eine Einrichtung 5 zur Bildung dieses Verhältnisses p2/P3 vorgesehen.

Das gebildete Verhältnis p2/P3 wird als ein Istwert mit einem einstellbaren Sollwert SO dieses Verhältnisses p2/P3 verglichen und bei einer Abweichung des Istwerts p2/P3 vom jeweils eingestellten Sollwert SO wird ein Betriebsparameter des Lasers 1, von dem die zu stabilisierende Wellenlänge λ abhängt, derart eingestellt, daß der Istwert p2/P3 im wesentlichen mit dem eingestellten Sollwert SO übereinstimmt. Dazu ist eine Einrichtung 6 zur Durchführung dieses Vergleichs und derartigen Einstellung des Parameters vorgesehen. Der Parameter kann beispielsweise die Temperatur T des Lasers 1 sein.

30

Als Filter 2 sind alle Typen optischer Filter, insbesondere Hochpässe, Tiefpässe oder Bandpässe, die eine Filterkante ohne "Ripple" aufweisen, geeignet.

35 Die Einrichtung 5 kann aus einem herkömmlichen Quotientenbildner bestehen.

5

Die Einrichtung 6 ist vorzugsweise ein Regler, wobei als Regler sowohl analoge P-, besser PI- oder PID-Regler, als auch digitale Regler in Frage kommen.

5 Die geforderte Steilheit der Filterkante folgt aus der spektralen Auflösung und dem Einfangbereich der Regelung.

10

15

30

35

Der Temperaturgang des Filters 2 ist üblicherweise und insbesondere bei Filtern 2 auf Glasbasis wesentlich kleiner als der des Lasers 1, beispielsweise eine Laserdiode, so daß der Arbeitspunkt über den gesamten Temperaturbereich in der zur Regelung verwendeten Filterkante des Filters 2 bleibt. Die Temperaturüberwachung bzw. Regelung im Modul kann dann zusätzlich eingesetzt werden, um die Temperaturabhängigkeit der Transmissionskurve des Filters 2 auszumergeln, beispielsweise durch eine geeignete Schaltung oder eine Mikroprozessorsteuerung.

Bei der in Figur 1 dargestellten ersten grundlegenden Ausfüh-20 rungsform der erfindungsgemäßen Anordnung ist dem Filter 2 ein zur optischen Gesamtleistung PO proportionaler zu filternder Leistungsanteil P2 zugeführt, so daß die von diesem Filter 2 ausgefilterte und im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge λ enthaltende Leistung p2 ebenfalls proportional zur Gesamtleistung PO ist.

Dem weiteren Detektor 4 ist als weiterer Leistungsanteil P3 ein vom Filter 2 neben der ausgefilterten Leistung p2 abgegebener übriger Teil des zugeführten zu filternden Leistungsanteils P2 zugeleitet, wobei die Summe P3+p2 aus diesem übrigen Teil P3 und der ausgefilterten Leistung p2 gleich oder zumindest proportional zu dem zugeführten zu filternden Leistungsanteil P2 ist, so daß auch dieser weitere Leistungsanteil P3 proportional zur Gesamtleistung P0 ist.

Das Filter 2 besteht bei der Ausführungsform nach Figur 1 vorzugsweise aus einem Filter, das aus der Gruppe der opti-

6

schen Interferenzfilter und Bragg-Gitter ausgewählt ist. Solche Interferenzfilter und Bragg-Gitter sind bekannt.

Ist dieses Filter 2 beispielsweise ein Interferenzfilter, bei dem die ausgefilterte Leistung p2 der vom Filter 2 transmittierte Teil des zugeführten Leistungsanteils P2 ist, wird dem einen Detektor 3 dieser transmittierte Leistungsanteil p2 und dem weiteren Detektor 4 der vom Filter 2 reflektierte übrige Teil des zugeführten Leistungsanteils P2 als der weitere Leistungsanteil P3 zugeführt. Bei den später beschriebenen Ausführungsbeispiel nach Figur 7 ist ein solches Interferenzfilter verwendet.

Ist dagegen die ausgefilterte Leistung p2 der vom Interferenzfilter 2 reflektierte Teil des zugeführten Leistungsanteils P2, wird dem einen Detektor 3 dieser reflektierte Leistungsanteil p2 und dem weiteren Detektor 4 der vom Filter 2
transmittierte übrige Teil des zugeführten Leistungsanteils
P2 als der weitere Leistungsanteil P3 zugeführt.

20

. 25

5

10

Ein Filter 2 in Form eines bekannten Bragg-Gitters ist in der Figur 5 in stark vereinfacht angedeutet. An den Gitterlinien 20 dieses Gitters wird gemäß einer bekannten Wirkungsweise der Bragg-Gitter ein im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge λ enthaltender und die ausgefilterte Leistung p2 bildender Teil des in einer bestimmten Richtung r zugeführten zu filternden Leistungsanteils P2 aus dieser Richtung r in eine andere Richtung r1 abgelenkt und dem einen Detektor 3 zugeführt. Der im wesentlichen unabgelenkt in der Richtung r aus dem Gitter austretende übrige Teil des zugeführten zu filternden Leistungsanteils P2 ist als der weitere Leistungsanteil P3 dem weiteren Detektor 4 zugeführt. Als Bragg-Gitter sind insbesondere auch Faser-Bragg-Gitter geeignet.

35

30

Das Filter 2 kann bei der Ausführungsform nach Figur 1 auch aus einem aus der Gruppe der wellenlängenselektiven optischen

7

Richtkoppler und Interferometer und nicht aus der Gruppe der Interferenzfilter und Bragg-Gitter ausgewählten Filter bestehen.

- In diesem Fall weist dieses Filter 2 gemäß einem bekannten 5 Aufbau eines solchen Kopplers oder Interferometers und wie in Figur 6 gezeigt ein Eingangstor 21 zum Einkoppeln des zugeführten zu filternden Leistungsanteils P2 in das Filter 2, ein Ausgangstor 22 zum Auskoppeln eines im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge λ enthaltenden und die 10 ausgefilterte Leistung p2 bildenden Teils des zugeführten zu filternden Leistungsanteils P2 aus dem Filter 2 und ein weiteres Ausgangstor 23 zum Auskoppeln des den weiteren Leistungsanteil P3 bildenden übrigen Teils des zugeführten zu filternden Leistungsanteils P2 aus dem Filter 2 auf. Diese 15 Art Auskopplung aus den Ausgangstoren 22 und 23 beruht auf der wellenlängenselektiven Wirkung, die solchen Kopplern und Interferometern bekanntermaßen gegeben werden kann.
- Die aus dem einen Ausgangstor 22 ausgekoppelte ausgefilterte Leistung p2 ist dem einen Detektor 3 und der aus dem anderen Ausgangstor 23 ausgekoppelte weitere Leistungsanteil P3 dem weiteren Detektor 4 zugeführt.
- Bei den in den Figuren 2 bis 4 dargestellten weiteren grundlegenden Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Anordnung ist wie bei der Ausführungsform nach Figur 1 dem Filter 2 ein zur optischen Gesamtleistung P0 des Lasers 1 proportionaler zu filternder Leistungsanteil P2 und dem einen Detektor 3 die von diesem Filter 2 ausgefilterte und im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge λ enthaltende Leistung p2 zugeführt.
- Im Unterschied zur Ausführungsform nach Figur 1 ist dem wei-35 teren Detektor 4 als weiterer Leistungsanteil P3 ein von der optischen Gesamtleistung P0 des Lasers 1 abgeleiteter und zu dieser Gesamtleistung P0 proportionaler Leistungsanteil zuge-

8 .

führt, der von dem vom Filter 2 zu filternden Leistungsanteil P2 getrennt ist und von diesem Filter 2 ungefiltert bleibt.

Während bei der Ausführungsform nach Figur 1 das Filter 2 bei der Erzeugung des weiteren Leistungsanteils P3 für den weiteren Detektor 4 mit herangezogen ist, wird dieses Filter 2 bei den Ausführungsformen nach den Figuren 2 bis 4 bei der Erzeugung des weiteren Leistungsanteils P3 für den weiteren Detektor 4 nicht benutzt, sondern umgangen.

10

35

Die in den Figuren 2 bis 4 dargestellten Ausführungsformen können wie folgt unterschieden werden:

Bei den Ausführungsformen nach den Figuren 2 und 3 weist der Laser 1 zwei Lichtaustrittsfenster 11 und 12 zum jeweiligen 15 Abstrahlen je einer Teilleistung P01 bzw. P02 der vom Laser 1 erzeugten optischen Gesamtleistung PO auf. Eine der beiden Teilleistungen P01 bzw. P02, beispielsweise die Teilleistung P01 aus dem Lichtaustrittsfenster 11, ist für eine Nutzung, beispielsweise eine optische Leistungsübertragung oder opti-20 sche Signal- oder Informationsübertragung bestimmt. Der dem Filter 2 zugeführte zu filternde Leistungsanteil P2 und der dem weiteren Detektor 4 zugeführte weitere Leistungsanteil P3 stammt ausschließlich von der anderen Teilleistung, im Bei-25 spiel der Teilleistung PO2, die im dargestellten Fall beispielsweise nicht für eine Nutzung bestimmt ist, es aber auch sein könnte.

Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß bei der 30 dargestellten Ausgestaltung der Ausführungsform nach Figur 1 beispielsweise ähnliche Verhältnisse vorliegen.

Bei der Ausführungsform nach Figur 4 stammt dagegen der dem Filter 2 zugeführte Leistungsanteil P2 und der dem weiteren Detektor 4 zugeführte weitere Leistungsanteil P3 von einer gleichzeitig für die Nutzung bestimmten optischen Leistung des Lasers 1. In diesem Fall kann ein Laser 1 mit nur einem

9

Lichtaustrittsfenster 11 oder 12, aus dem die für die Nutzung bestimmte optische Gesamtleistung P0 des Lasers 1 austritt, verwendet werden. Der Laser 1 kann aber auch wie bei den Ausführungsformen nach den Figuren 1 bis 3 zwei Lichtaustrittsfenster 11 und 12 zum jeweiligen Abstrahlen je einer Teilleistung P01 bzw. P02 der vom Laser 1 erzeugten optischen Gesamtleistung P0 aufweisen, wobei die Teilleistung P01 oder die Teilleistung P02 die für die Nutzung bestimmte Leistung ist, von welcher der dem Filter 2 zugeführte Leistungsanteil P2 und der dem weiteren Detektor 4 zugeführte weitere Leistungsanteil P3 abgeleitet ist. Die jeweils andere Teilleistung P02 bzw. P01 kann für einen anderen Zweck oder ebenfalls eine Nutzung bestimmt sein.

5

10

25

30

In jedem Fall besteht bei der Ausführungsform nach Figur 4 der Vorteil, daß auch bei Verwendung eines Lasers 1 mit zwei Lichtaustrittsflächen 11 und 12 Alterungseffekte, die das Leistungsverhältnis zwischen den aus den zwei Lichtaustrittsflächen 11 und 12 abgestrahlten Teilleistungen P01 und P02 beeinflussen, keine Auswirkungen auf die erfindungsgemäße Wellenlängenstabilisierung haben.

Jede der Ausführungsformen nach den Figuren 2 bis 4 ist bevorzugterweise so ausgebildet, daß sie einen bekannten wellenlängenneutralen optischen Leistungsteiler 7, d.h. einen Teiler, dessen Teilungsverhältnis unabhängig von der Wellenlänge λ ist, aufweist, dem eine zur optischen Gesamtleistung P0 proportionale optische Leistung des Lasers 1, beispielsweise diese Gesamtleistung P0 selbst oder eine Teilleistung P01 oder P02 dieser Gesamtleistung P0, zugeführt ist. Dieser Teiler 7 erzeugt aus der zugeführten Leistung P0, P01 oder P02 zwei Leistungsanteile, deren einer dem Filter 2 als der zu filternde Leistungsanteil P2 zugeführt ist.

In bezug auf die im folgenden beschriebenen vorteilhaften und bevorzugten Ausgestaltungen der Ausführungsformen nach den Figuren 1 bis 4 sei angenommen, daß bei den Ausgestaltungen

10

der Ausführungsformen nach den Figuren 1 bis 3 der Laser 1 ein Halbleiterlaser ist und zwei voneinander abgekehrte Lichtaustrittsfenster 11 und 12 zum jeweiligen Abstrahlen je einer Teilleistung PO1 und PO2 der vom Laser 1 erzeugten optischen Gesamtleistung PO aufweist und nur die Teilleistung PO1 oder PO2 aus einem Lichtaustrittsfenster 11 oder 12, in der Darstellung die Teilleistung PO1 aus dem Lichtaustrittsfenster 11, für eine Nutzung bestimmt ist.

10 Bei der Ausgestaltung der Ausführungsform nach Figur 1 ist die zur Gesamtleistung PO proportionale Teilleistung PO2 bzw. PO1 aus dem anderen Lichtaustrittsfenster 12 bzw. 11, in der Darstellung die Teilleistung PO2, selbst dem Filter 2 als der zu filternde Leistungsanteil P2 zugeführt.

15

20

25

30

35

5

Das Filter 2 spaltet den zu filternden Leistungsanteil P2 in die ausgefilterte Leistung p2, die im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge λ enthält und dem einen Detektor 3 zugeführt ist, und den übrigen Teil dieses zu filternden Leistungsanteils P2 auf, der als weiterer Leistungsanteil P3 dem weiteren Detektor 4 zugeführt ist.

Bei der Ausgestaltung der Ausführungsform nach Figur 2 ist die zur Gesamtleistung PO proportionale Teilleistung PO2 bzw. PO1 aus dem anderen Lichtaustrittsfenster 12 bzw. 11, in der Darstellung die Teilleistung PO2, dem wellenlängenneutralen Leistungsteiler 7 zugeführt, der diese Teilleistung PO2 bzw. PO1 in zwei Leistungsanteile aufspaltet, deren einer dem Filter 2 als der zu filternde Leistungsanteil P2 und andere dem weiteren Detektor 4 als der weitere Leistungsanteil P3 zugeführt ist.

Die vom Filter 2 aus dem zugeführten zu filternden Leistungsanteil P2 ausgefilterte und im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge λ enthaltende Leistung p2 ist dem einen Detektor 3 zugeführt.

PCT/DE98/00737 WO 98/43327

11

Bei der Ausgestaltung der Ausführungsform nach Figur 3 ist dagegen die zur Gesamtleistung PO proportionale eine Teilleistung P01 oder P02 aus dem einen Lichtaustrittsfenster 11 oder 12 dem wellenlängenneutralen Leistungsteiler 7 zugeführt, der diese Teilleistung PO1 bzw. PO2, in der Darstellung die Teilleistung P01, in zwei Leistungsanteile aufspaltet, deren einer dem Filter 2 als der zu filternde Leistungsanteil P2 zugeführt und andere für die Nutzstrahlung bestimmt mit P03 bezeichnet ist.

10

5

Die vom Filter 2 aus dem zu filternden Leistungsanteil P2 ausgefilterte und im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge λ enthaltende Leistung p2 ist dem einen Detektor 3 zugeführt.

15

Die zur Gesamtleistung PO proportionale Teilleistung PO2 bzw. P01 aus dem anderen Lichtaustrittsfenster 12 bzw. 11, in der Darstellung die Teilleistung PO2, ist selbst dem weiteren Detektor 4 als der weitere Leistungsanteil P3 zugeführt.

20

25

Bei der Ausgestaltung der Ausführungsform nach Figur 4 sei angenommen, daß der Laser 1 ein Halbleiterlaser ist und ein Lichtaustrittsfenster 11 oder 12 zum Abstrahlen einer zur Gesamtleistung PO proportionalen optischen Leistung, die jeweils für eine Nutzung bestimmt ist und die Gesamtleistung PO selbst oder eine Teilleistung P01 oder P02 sein kann und in der Darstellung die Teilleistung P01 aus dem Lichtaustrittsfenster 11 ist.

30 Diese optische Leistung P0, P01 oder P02, in der Darstellung die Leistung P01, ist dem wellenlängenneutralen Leistungsteiler 7 zugeführt, der sie in zwei Leistungsanteile aufspaltet, deren einer für die Nutzung bestimmt und mit P03 bezeichnet ist.

35

Dieser eine Leistungsanteil PO3 ist einem weiteren wellenlängenneutralen Leistungsteiler 8 zugeführt, der diesen Lei-

12

stungsanteil P03 wiederum in zwei Leistungsanteile aufspaltet, deren einer für die Nutzung bestimmt und mit P04 bezeichnet ist.

Der von einem der beiden Leistungsteiler 7 und 8, beispielsweise dem Leistungsteiler 7 erzeugte andere Leistungsanteil ist dem Filter 2 als der zu filternde Leistungsanteil P2 und der vom anderen, in diesem Fall dem Leistungsteiler 8 erzeugte andere Leistungsanteil als der weitere Leistungsanteil P3 dem weiteren Detektor 4 zugeführt.

Der vom Filter 2 aus dem zugeführten zu filternden Leistungsanteil P2 ausgefilterte und im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge λ enthaltende Leistungsanteil p2 ist dem einen Detektor 3 zugeführt.

15

20

25

30

35

In den Figuren 7 bis 10 sind bevorzugte und vorteilhafte Realisierungen der vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen der Ausführungsformen nach den Figuren 1 bis 4 im Schnitt dargestellt, wobei in der Schnittebene die optischen Achsen liegen, längs der sich die optischen Leistungen ausbreiten. Diese Realisierungen zeigen alle den besonderen Vorteil der Erfindung auf, der in der einfachen monolithischen Integration zusammen mit dem Laser 1 in Form eines Halbleiterlasers zu sehen ist.

Demgemäß ist bei jeder dieser Realisierungen der Laser 1 und die dieser Realisierung zugrundeliegende Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung auf der Oberfläche 100 eines gemeinsamen Substrats 10 angeordnet und ausgebildet.

Der Laser 1 selbst ist auf dieser Oberfläche 100 so angeordnet und ausgebildet, daß jedes seiner Lichtaustrittsfenster 11 und 12 in einem Abstand al von der Oberfläche 100 angeordnet ist und sich die von diesem Lichtaustrittsfenster 11 und/oder 12 abgestrahlte optische Leistung PO, PO1 oder PO2

13

in Richtung rll und/oder rl2 parallel zur Oberfläche 100 ausbreitet.

Weist der Laser 1 wie zumindest bei den Ausführungsformen nach den Figuren 1 bis 3 zwei zueinander entgegengesetzte Lichtaustrittsfenster 11 und 12 auf, sind auch die Richtungen r11 und r12, in denen sich die von diesen Lichtaustrittsfenstern 11 und 12 abgestrahlten Teilleistungen P01 und P02 ausbreiten, zueinander entgegengesetzt.

10

30

5

Bei den Realisierungen nach den Figuren 7 bis 9 sind für die erfindungsgemäße Anordnung auf der Oberfläche 100 zusätzlich mehrere Schichten aufgebracht.

15 Unmittelbar auf der Oberfläche 100 ist eine erste Schicht 13 aufgebracht, in der eine Aussparung 130 ausgebildet ist, in welcher die Oberfläche 100 freiliegt und der Laser 1 angeordnet ist. Diese Schicht 13 weist eine Schichtdicke d13 auf, die größer als der Abstand al jedes Lichtaustrittsfensters 11 und 12 des Lasers 1 von der Oberfläche 100 ist, und die Aussparung 130 weist gegenüber zumindest einem Lichtaustrittsfenster 11 und/oder 12 des Lasers 1 eine schräg in einem Winkel zur Oberfläche 100 stehende Randfläche 131 auf, die von der von diesem Lichtaustrittsfenster 11 und/oder 12 abgestrahlten optischen Leistung PO, PO1 oder PO2 getroffen wird.

Diese schräge Randfläche 131 ist verspiegelt und derart schräg zur Oberfläche 100 angeordnet, daß sie einen Umlenkspiegel 30 zum Umlenken der auftreffenden optischen Leistung PO, PO1 oder PO2 aus dem gegenüberliegenden Lichtaustrittsfenster 11 und/oder 12 des Lasers 1 in Richtung r13 nach oben von der Oberfläche 100 des Substrats 10 fort bildet.

Den Realisierungen nach den Figuren 7 bis 9 ist gemeinsam,
35 daß eine in Richtung r13 nach oben sich ausbreitende optische
Leistung PO, PO1 oder PO2 auf zumindest einen Umlenkspiegel
30 trifft, der diese auftreffende Leistung in eine Richtung

14

parallel zur Oberfläche 100 des Substrats 10, beispielsweise in die Richtung rll oder rl2 umlenkt. Dieser Umlenkspiegel 30 besteht vorzugsweise aus einer schräg in einem Winkel zur Oberfläche 100 des Substrats 10 angeordneten verspiegelten Randfläche 141 einer auf oder über der ersten Schicht 13 ausgebildeten weiteren Schicht 14.

Der Winkel, in dem eine Randfläche 131 und/oder 141 schräg zur Oberfläche 100 des Substrats 10 angeordnet ist, beträgt vorzugsweise 45°, so daß in Richtung rll und rl2 oder in Richtung rl3 sich ausbreitende optische Leistung durch einen Umlenkspiegel 30 jeweils um 90° umgelenkt wird.

Bei der in Figur 7 dargestellten Realisierung der Ausgestaltung der Ausführungsform nach Figur 1 breitet sich beispielsweise die aus dem rechten Lichtaustrittsfenster 11 des Lasers 1 austretende und für eine Nutzung bestimmte Teilleistung PO1 der vom Laser 1 abgestrahlten optischen Gesamtleistung PO in der Richtung r11 nach rechts aus und trifft auf den diesem Lichtaustrittsfenster 11 gegenüberliegenden Umlenkspiegel 30 der Schicht 13. Dieser Umlenkspiegel 30 lenkt diese Teilleistung PO1 in die Richtung r13 nach oben zum Umlenkspiegel 30 der Schicht 14 um, von dem sie wieder in die Richtung r11 umgelenkt wird und danach für die Nutzung zur Verfügung steht.

25

30

5

10

15

20

Die aus dem linken Lichtaustrittsfenster 12 des Lasers 1 austretende und sich in der Richtung r12 nach links ausbreitende andere Teilleistung P02 der vom Laser 1 abgestrahlten optischen Gesamtleistung P0 ist für die Wellenlängenstabilisierung bestimmt. Sie trifft zunächst auf den diesem linken Lichtaustrittsfenster 12 gegenüberliegenden Umlenkspiegel 30 der Schicht 13. Dieser Umlenkspiegel 30 lenkt diese andere Teilleistung P02 in die Richtung r13 nach oben zum Filter 2 um und bildet den zu filternden Leistungsanteil P2.

35

Das Filter 2 ist in Form eines schichtförmigen Interferenzfilters auf einer schräg in einem Winkel zur Oberfläche 100

15

des Substrats 10 angeordneten und von der den die Teilleistung P01 umlenkenden Umlenkspiegel 30 bildenden Randfläche 141 der Schicht 14 abgekehrten Randfläche 141 der Schicht 14 ausgebildet und wirkt so, daß von dem zugeführten zu filternden Leistungsanteil P2 die im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge λ enthaltende auszufilternde Leistung p2 transmittiert und der übrige Teil dieses Leistungsanteils P2 als der weitere Leistungsanteil P3 reflektiert wird.

5

20

25

Die transmittierte Leistung p2 ist durch die Schicht 14 hindurch dem auf dieser Schicht 14 ausgebildeten einen Detektor 3 zugeführt.

Der reflektierte weitere Leistungsanteil P3 ist dem weiteren 15 Detektor 4 zuzuführen.

Nach Figur 7 ist diese Zuführung beispielsweise so realisiert, daß die schräge Randfläche 141, auf der das Filter 2 ausgebildet ist, eine in der Schicht 14 ausgebildete Aussparung 140 begrenzt und so schräggestellt ist, daß sich der vom Filter 2 reflektierte weitere Leistungsanteil P3 in dieser Aussparung 140 in der Richtung r12 bis zu einer dem Filter 2 gegenüberliegenden, schräg in einem Winkel zur Oberfläche 100 des Substrats 10 angeordneten Randfläche 141 der Aussparung 140 ausbreitet, die verspiegelt ist und einen Umlenkspiegel 30 bildet, der den weiteren Leistungsanteil P3 in die Richtung r13 von der Oberfläche 100 fort nach oben umlenkt.

Auf der Schicht 14 ist eine Schicht 15 aufgebracht, welche 30 die Aussparung 140 überragt oder überbrückt und in der im Bereich der Aussparung 140 der weitere Detektor 4 so ausgebildet und angeordnet ist, daß der weitere Leistungsanteil P3 auf ihn trifft.

In dieser Schicht 15 kann vorteilhafterweise auch der eine Detektor 3 ausgebildet sein.

16

Bei der in Figur 8 dargestellten Realisierung der Ausgestaltung der Ausführungsform nach Figur 2 breitet sich wie bei der Realisierung nach Figur 7 die aus dem rechten Lichtaustrittsfenster 11 des Lasers 1 austretende und für eine Nutzung bestimmte Teilleistung P01 der vom Laser 1 abgestrahlten optischen Gesamtleistung PO in der Richtung rll nach rechts aus und trifft auf den diesem Lichtaustrittsfenster 11 gegenüberliegenden Umlenkspiegel 30 der Schicht 13. Dieser Umlenkspiegel 30 lenkt diese Teilleistung P01 in die Richtung r13 nach oben um, jedoch nicht wie bei der Realisierung nach Figur 7 zu einem Umlenkspiegel 30, sondern zum wellenlängenneutralen Leistungsteiler 7 um, der die zugeführte Teilleistung P01 in zwei Leistungsanteile aufspaltet, deren einer als der zu filternde Leistungsanteil P2 dem Filter 2 zugeführt ist und mit P03 bezeichnete andere für die Nutzung zur Verfügung steht.

5

10

15

20

25

30

. 35

Der Leistungsteiler 7 ist in Form eines teildurchlässigen Spiegels auf einer schräg in einem Winkel zur Oberfläche 100 des Substrats 10 angeordneten Randfläche 141 der Schicht 14 ausgebildet und wirkt so, daß von der zugeführten Teilleistung P01 der dem Filter 2 zuzuführende zu filternde Leistungsanteil P2 transmittiert und der andere Leistungsanteil P03, der für die Nutzung zur Verfügung steht, reflektiert wird.

Der transmittierte Leistungsanteil P2 ist durch die Schicht 14 hindurch dem auf dieser Schicht 14 ausgebildeten Filter 2 zugeführt. Auf dem Filter 2 ist der eine Detektor 3 angeordnet, der die vom Filter 2 ausgefilterte und im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge λ enthaltende Leistung p2 empfängt.

Nach Figur 8 ist die schräge Randfläche 141, auf welcher der Leistungsteiler 7 ausgebildet ist, so schräggestellt, daß sich der vom Leistungsteiler 7 reflektierte Leistungsanteil

17

P03 in der zur Richtung r11 entgegengesetzten Richtung r12 von der Schicht 14 fort ausbreitet.

5

10

15

. 20

25

30

35

Die aus dem linken Lichtaustrittsfenster 12 des Lasers 1 austretende und sich in der Richtung r12 nach links ausbreitende andere Teilleistung PO2 der vom Laser 1 abgestrahlten optischen Gesamtleistung PO trifft auf den diesem linken Lichtaustrittsfenster 12 gegenüberliegenden Umlenkspiegel 30 der Schicht 13. Dieser Umlenkspiegel 30 lenkt diese andere Teilleistung PO2 in die Richtung r13 nach oben um.

Auf der Schicht 13 ist eine Schicht 16 aufgebracht, welche die Aussparung 130 überragt oder überbrückt und in der im Bereich der Aussparung 130 der weitere Detektor 4 so ausgebildet und angeordnet ist, daß die nach oben umgelenkte Teilleistung PO2 als der weitere Leistungsanteil P3 auf ihn trifft.

Die Schicht 16 darf nicht die Ausbreitung des vom Leistungsteiler 7 reflektierten und für die Nutzung zur Verfügung stehenden Leistungsanteils PO3 stören.

Bei der in Figur 9 dargestellten Realisierung der Ausgestaltung der Ausführungsform nach Figur 4 breitet sich die aus dem hier links angeordneten Lichtaustrittsfenster 11 des Lasers 1 austretende und für eine Nutzung bestimmte optische Leistung, welche die Gesamtleistung P0 des Lasers 1 oder eine Teilleistung P01 dieser Gesamtleistung P0 sein kann (in der Figur 9 ist nur P0 eingezeichnet), in der Richtung r12 nach links aus und trifft auf den diesem Lichtaustrittsfenster 11 gegenüberliegenden Umlenkspiegel 30 der Schicht 13. Dieser Umlenkspiegel 30 lenkt diese Leistung P0 oder P01 in die Richtung r13 nach oben zum Umlenkspiegel 30 der Schicht 14 um, von dem sie in die zur Richtung r12 entgegengesetzte Richtung r11 umgelenkt wird.

Die sich in der Richtung r11 ausbreitende Leistung P0 oder P01 trifft auf den wellenlängenneutralen Leistungsteiler 7,

18

der die zugeführte Leistung PO oder PO1 in zwei Leistungsanteile aufspaltet, deren einer als der zu filternde Leistungsanteil P2 dem Filter 2 und andere mit PO3 bezeichnete ist und für die Nutzung bestimmt ist.

5

Der Leistungsteiler 7 ist in Form eines teildurchlässigen Spiegels auf einer schräg in einem Winkel zur Oberfläche 100 des Substrats 10 angeordneten Fläche 171 eines auf der Oberfläche 100 angeordneten Körpers 17 aus transparentem Material, beispielsweise Glas, ausgebildet und wirkt so, daß von der zugeführten Leistung PO oder PO1 der dem Filter 2 zuzuführende zu filternde Leistungsanteil P2 reflektiert und der andere Leistungsanteil PO3, der für die Nutzung bestimmt ist, transmittiert wird.

15

20

25

30

10

Dieser andere Leistungsanteil P03 trifft auf den weiteren wellenlängenneutralen Leistungsteiler 8, der diesen anderen Leistungsanteil P03 in zwei Leistungsanteile aufspaltet, deren einer dem weiteren Detektor 4 als der weitere Leistungsanteil P3 und andere mit P04 bezeichnet ist und für die Nutzung zur Verfügung steht.

Der weitere Leistungsteiler 8 ist ebenfalls in Form eines teildurchlässigen Spiegels auf einer schräg in einem Winkel zur Oberfläche 100 des Substrats 10 angeordneten Fläche eines auf der Oberfläche 100 angeordneten Körpers aus transparentem Material, beispielsweise Glas, ausgebildet, vorteilhafterweise nach Figur 8 auf der von der Fläche 171 abgekehrten Fläche 172 des Körpers 17, wobei der Leistungsteiler 8 so wirkt, daß von dem zugeführten Leistungsanteil P03 der dem weiteren Detektor 4 zuzuführende weitere Leistungsanteil P3 reflektiert und der mit P04 bezeichnete und für die Nutzung zur Verfügung stehende andere Leistungsanteil transmittiert wird.

Auf dem Körper 17 ist eine Trägerplatte 18 aus transparentem Material, beispielsweise Glas, angeordnet, auf der das Filter 2 und der eine und weitere Detektor 3 und 4 befestigt sind,

19

wobei das Filter 2 aus dem zugeführten zu filternden Leistungsanteil P2 die im wesentlichen nur die zu filternde Wellenlänge λ enthaltende Leistung p2 ausfiltert, die dem einen Detektor 3 zugeführt ist.

5

10

15

20

25

35

Beispielsweise ist das Filter 2 auf einer der Oberfläche 100 des Substrats 10 zugekehrten und seitlich über den Körper 17 überstehenden Fläche 181 der Trägerplatte 18 seitlich neben dem Trägerkörper 17 befestigt, und sind die Detektoren 3 und 4 auf einer der Oberfläche 100 abgekehrten Fläche 182 der Trägerplatte 18 angeordnet, wobei die vom Filter 2 ausgefilterte Leistung p2 durch die Trägerplatte 18 hindurch dem einen Detektor 3 und der vom weiteren Leistungsteiler 8 reflektierte weitere Leistungsanteil P3 durch den Körper 7 und die Trägerplatte 18 hindurch dem weiteren Detektor 4 zugeführt ist.

Die in Figur 10 dargestellte Realisierung der Ausgestaltung der Ausführungsform nach Figur 4 unterscheidet sich von der Realisierung nach der Figur 9 lediglich darin, auf die Umlenkspiegel 30 und damit Schichten 13 und 14 verzichtet ist. Die aus dem hier rechts angeordneten Lichtaustrittsfenster 11 des Lasers 1 austretende und für eine Nutzung bestimmte optische Gesamtleistung P0 des Lasers 1 oder Teilleistung P01 dieser Gesamtleistung P0 (auch in dieser Figur ist nur P0 eingezeichnet) breitet sich ohne eine Umlenkung in der Richtung r11 nach rechts aus und ist unmittelbar dem Leistungsteiler 7 zugeführt.

Der Laser 1 ist in ausreichendem Abstand von der Oberfläche 100 auf dem Substrat 10 befestigt.

Die Leistungsteiler 7 und/oder 8 der Realisierungen nach den Figuren 8 bis 10 weisen vorzugsweise ein Teilungsverhältnis von 90% auf, so daß 90% der dem Teiler zugeführten optischen Leistung für die Nutzung zur Verfügung stehen.

20

In die Realisierung nach den Figuren 7 bis 10 können vorteilhafterweise auch strahlformende Linsen integriert werden. Bei den Realisierungen nach den Figuren 7 bis 9 sind solche mit 9 bezeichneten Linsen vorteilhafterweise auf oder in einer zwischen der ersten Schicht 13 und der weiteren Schicht 14 angeordneten Zwischenschicht 16 im Bereich einer in der Schicht 13 und/oder 14 ausgebildeten Aussparung 130 und/oder 140 so realisiert, daß jede Linse 9 von einer optischen Leistung, beispielsweise PO, PO1, PO2, durchstrahlt wird. Bei der Realisierung nach Figur 10 ist eine Linse 9 zweckmäßigerweise direkt vor dem Lichtaustrittsfenster 11 des Lasers 1 angeordnet.

Eine Linse 9 ist beispielsweise zum Kollimieren einer optischen Leistung, beispielsweise einer für die Nutzung bestimmten Leistung, die üblicherweise in eine Systemfaser einzukoppeln ist, oder zum Konzentrieren oder Fokussieren optischer
Leistung auf einem Detektor 3 und/oder 4 vorgesehen und kann
z.B. eine plankonvexe Linse aus beispielsweise Silizium sein.

20

25

30

35

10

Bei den Realisierungen nach den Figuren 7 bis 10 trifft der zu filternde Leistungsanteil P2 schräg auf das Filter 2 auf. Dies muß beim Filterdesign berücksichtigt werden. Der Einfallswinkel des zu filternden Leistungsanteils P2 auf das Filter 2 kann bei den Realisierungen nach den Figuren 7 und 8 durch laterales Justieren der betreffenden Linse 9 geringfügig verändert werden, wodurch eine Feinjustage der Filterkurve möglich ist. Die Wellenlängenselektivität des Filters 2 hängt u.a. auch von der Strahldivergenz des einfallenden Leistungsanteils P2 ab; die höchste Selektivität wird erzielt, wenn der Strahl gut kollimiert ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Anordnung sind vorteilhafterweise bei einem einen Halbleiterlaser 1 aufweisenden optischen Sendemodul mikrooptischem Aufbau für optische Übertragungssysteme anwendbar.

21

Patentansprüche

(p2) ausfiltert,

5

10

25

30

- 1. Verfahren zur Wellenlängenstabilisierung eines Lasers (1), insbesondere Halbleiterlasers, dadurch gekennzeich-net, daß
- ein Leistungsanteil (P2) einer vom Laser (1) abgestrahlten optischen Gesamtleistung (P0) einem wellenlängenselektiven und auf eine zu stabilisierende Wellenlänge (λ) des Lasers (1) eingestellten optischen Filter (2) zugeführt wird, das aus diesem zugeführten optischen Leistungsanteil (P2) eine im wesentlichen nur diese Wellenlänge (λ) enthaltende Leistung
- ein weiterer Leistungsanteil (P3) von der vom Laser (1) abgestrahlten optischen Gesamtleistung (P0) derart abgeleitet
- wird, derart, daß ein Verhältnis (p2/P3) zwischen der ausgefilterten Leistung (p2) und diesem weiteren Leistungsanteil (P3) unabhängig von dieser Gesamtleistung (P0) ist,
 - der ausgefilterte und weitere Leistungsanteil (p2, P3) jeweils gemessen werden,
- 20 das Verhältnis (p2/P3) zwischen dem gemessenen ausgefülterten Leistungsanteil (p2) und dem gemessenen weiteren Leistungsanteil (P3) gebildet wird,
 - das gebildete Verhältnis (p2/P3) als ein Istwert mit einem einstellbaren Sollwert (S0) dieses Verhältnisses (p2/P3) verglichen wird und
 - bei einer Abweichung des Istwerts (p2/P3) vom jeweils eingestellten Sollwert (S0) ein Betriebsparameter (T) des Lasers (1), von dem die zu stabilisierende Wellenlänge (λ) abhängt, so eingestellt wird, daß der Istwert (p2/P3) im wesentlichen mit dem eingestellten Sollwert (S0) übereinstimmt.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Filter (2) ein zur Gesamtleistung (P0) proportionaler zu filternder Leistungsanteil (P2) zugeführt und als
 weiterer Leistunganteil (P3) ein vom Filter (2) neben der
 ausgefilterten Leistung (p2) abgegebener Teil des zugeführten
 zu filternden Leistungsanteils (P2) verwendet wird, wobei die

22

Summe (P3+p2) aus diesem weiteren Leistungsanteil (P3) und der ausgefilterten Leistung (p2) gleich oder zumindest proportional zu dem zugeführten zu filternden Leistungsanteil (P2) ist.

5

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Filter (2) ein aus der Gruppe der optischen Interferenzfilter und Bragg-Gitter ausgewähltes Filter verwendet wird.

10

15

- 4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Filter () ein einem Ausgangstor (22) des aus
 der aus der Gruppe der wellenlängenselektiven optischen
 Richtkoppler und Interferometer ausgewähltes Filter verwendet
 wird.
- 5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Filter (2) ein zur optischen Gesamtleistung
 (P0) des Lasers (1) proportionaler zu filternder Leistungsanteil (P2) und dem einen Detektor (3) die von diesem Filter
- teil (P2) und dem einen Detektor (3) die von diesem Filter (2) ausgefilterte und im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge (λ) enthaltende Leistung (p2) und dem weiteren Detektor (4) als weiterer Leistungsanteil (P3) ein von der Gesamtleistung (P0) abgeleiteter und zu dieser Gesamtleistung (P0) proportionaler Leistungsanteil zugeführt, der von dem vom Filter (2) zu filternden Leistungsanteil (P2) ge
 - trennt ist und von diesem Filter (2) ungefiltert bleibt, zugeführt wird.
- 30 6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Betriebsparameter die Temperatur (T) des Lasers (1) eingestellt wird.
- 7. Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der
 35 vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein wellenlängenselektives und auf die zu stabilisierende Wellenlänge (λ) eingestelltes optisches Filter (2), dem ein

23

zu filternder Leistungsanteil (P2) der vom Laser (1) abgestrahlten optischen Gesamtleistung (P0) zugeführt ist und das aus diesem zugeführten Leistungsanteil (P2) eine Leistung (p2) ausfiltert, die im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge (λ) enthält,

- einen optischen Detektor (3), dem die ausgefilterte Leistung (p2) zur Detektion zugeführt ist,

5

10

20

25

30

35

- einen weiteren optischen Detektor (4), dem eine von der abgestrahlten optischen Gesamtleistung (P0) derart abgeleiteter weiterer optischer Leistungsanteil (P3) zur Detektion zugeführt ist, daß ein Verhältnis (p2/P3) zwischen der ausgefilterten Leistung (p2) und dem weiteren Leistungsanteil (P3) unabhängig von der Gesamtleistung (P0) ist,
- eine Einrichtung (5) zur Bildung des Verhältnisses (p2/P3)
 15 zwischen der detektierten ausgefilterten Leistung (p2) und
 detektierten weiteren Leistungsanteil (P3) und
 - eine Einrichtung (6) zum Vergleichen des gebildeten Verhältnisses (p2/P3) als ein Istwert mit einem einstellbaren Sollwert (S0) dieses Verhältnisses (p2/P3) und Einstellen eines Be-

triebsparameters (T) des Lasers (1), von dem die zu stabilisierende Wellenlänge (λ) abhängt, bei einer Abweichung des Istwerts (p2/P3) vom jeweils eingestellten Sollwert (S0) derart, daß der Istwert (p2/P3) im wesentlichen mit dem eingestellten Sollwert (S0) übereinstimmt.

8. Anordnung nach Anspruch 7 zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem Filter (2) ein zur Gesamtleistung (PO) proportionaler zu filternder Leistungsanteil (P2) zugeführt und dem weiteren Detektor (4) als weiterer Leistungsanteil (P3) ein vom Filter (2) neben der ausgefilterten Leistung (p2) abgegebener Teil des zugeführten zu filternden Leistungsanteils (P2) zugeleitet ist, wobei die Summe (P3+p2) aus diesem weiteren Leistungsanteil (P3) und der ausgefilterten Leistung (p2) gleich oder zumindest proportional zu dem zugeführten zu filternden Leistungsanteil (P2) ist.

24

9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß

- das Filter (2) aus einem aus der Gruppe der optischen Interferenzfilter und Bragg-Gitter ausgewählten Filter besteht,
 dem einen Detektor (3) die von diesem Filter (2) aus dem zugeführten zu filternden Leistungsanteil (P2) ausgefilterte und im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge (λ) enthaltende Leistung (p2) zugeführt und
- 10 dem weiteren Detektor (4) der von diesem Filter (2) abgegebene und von der zu stabilisierenden Wellenlänge () im wesentlichen freie übrige Teil des zugeführten zu filternden Leistungsanteils (P2) als der weitere Leistungsanteil (P3) zugeführt ist.

15

20

35

5

- 10. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß
- das Filter (2) aus einem aus der Gruppe der wellenlängenselektiven optischen Richtkoppler und Interferometer ausgewählten Filter besteht, wobei
- dieses Filter (2) ein Eingangstor (21) zum Einkoppeln des zugeführten zu filternden Leistungsanteils (P2) in das Filter (2), ein Ausgangstor (22) zum Auskoppeln einer aus dem eingekoppelten zu filternden Leistungsanteil (P2) ausgefilterten
- und im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge (λ) enthaltenden Leistung (p2) aus dem Filter (2) und ein weiteres Ausgangstor (23) zum Auskoppeln des den weiteren Leistungsanteil (P3) bildenden übrigen Teils des eingekoppelten zu filternden Leistungsanteils (P2) aus dem Filter (2) aufweist, und daß
 - dem einen Detektor (3) die aus dem einen Ausgangstor (22) ausgekoppelte ausgefilterte Leistung (p2) zugeführt und dem weiteren Detektor (4) der aus dem anderen Ausgangstor (23) ausgekoppelte weitere Leistungsanteil (P3) zugeführt ist.

25

11. Anordnung nach Anspruch 7 zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß - dem Filter (2) ein zur optischen Gesamtleistung (P0) des Lasers (1) proportionaler zu filternder Leistungsanteil (P2) zugeführt,

5

20

35

- dem einen Detektor (3) die vom Filter (2) aus dem zugeführten zu filternden Leistungsanteil (P2) ausgefilterte und im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge (λ) enthaltende Leistung (p2) zugeführt, und
- 10 dem weiteren Detektor (4) als weiterer Leistungsanteil (P3) ein von der optischen Gesamtleistung (P0) abgeleiteter und zu dieser Gesamtleistung (P0) proportionaler Leistungsanteil zugeführt ist, der von dem vom Filter (2) zu filternden Leistungsanteil (P2) getrennt ist und von diesem Filter (2) ungefiltert bleibt.
 - 12. Anordnung nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch einen wellenlängenneutralen optischen Leistungsteiler 7, dem eine zur Gesamtleistung (P0) proportionale optische Leistung (P0, P01, P02) des Lasers (1) zugeführt ist und der aus dieser zugeführten Leistung (P0, P01, P02) zwei Leistungsanteile erzeugt, deren einer dem Filter (2) als der zu filternde Leistungsanteil (P2) zugeführt ist.
- 25 13. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß
 - der Laser (1) zwei Lichtaustrittsfenster (11, 12) zum jeweiligen Abstrahlen je einer Teilleistung (P01, P02) der vom Laser (1) erzeugten optischen Gesamtleistung (P0) aufweist,
- wobei die Teilleistung (P01) aus einem Lichtaustrittsfenster (11, 12) für eine Nutzung bestimmt ist, daß
 - die zur Gesamtleistung (P0) proportionale Teilleistung (P02) aus dem anderen Lichtaustrittsfenster (12, 11) dem Filter (2) als der zu filternde Leistungsanteil (P2) zugeführt ist. daß
 - das Filter (2) den zugeführte zu filternden Leistungsanteil (P2) aufspaltet in die ausgefilterte Leistung (p2), die im

26

wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge (λ) enthält, und den übrigen Teil dieses zugeführten zu filternden Leistungsanteils (P2), der den weiteren Leistungsanteil (P3) bildet, und daß

- die ausgefilterte Leistung (p2) dem einen Detektor (3) und - der weitere Leistungsanteil (P3) von der ausgefilterten Leistung (p2) getrennt dem weitere Detektor (4) zugeführt ist.
- 10 14. Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß
 - der Laser (1) zwei Lichtaustrittsfenster (11, 12) zum jeweiligen Abstrahlen je einer Teilleistung (P01, P02) der vom Laser (1) erzeugten optischen Gesamtleistung (P0) aufweist,
- wobei die Teilleistung (P01, P02) aus einem Lichtaustrittsfenster (11, 12) für eine Nutzung bestimmt ist, daß
 die zur Gesamtleistung (P0) proportionale Teilleistung
 (P02, P01) aus dem anderen Lichtaustrittsfenster (12, 11) dem
 wellenlängenneutralen Leistungsteiler (7) zugeführt ist, der
- aus dieser Teilleistung (P02, P01) zwei Leistungsanteile erzeugt, deren einer dem Filter (2) als der zu filternde Leistungsanteil (P2) und andere dem weiteren Detektor (4) als der weitere Leistungsanteil (P3) zugeführt ist, und daß die vom Filter (2) aus dem zugeführten zu filternden Lei-
- 25 stungsanteil (P2) ausgefilterte und im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge (λ) enthaltende Leistung (p2) dem einen Detektor (3) zugeführt ist.
- 15. Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeich30 net, daß
 - der Laser (1) zwei Lichtaustrittsfenster (11, 12) zum jeweiligen Abstrahlen je einer Teilleistung (P01, P02) der vom Laser (1) erzeugten optischen Gesamtleistung (P0) besteht, wobei die Teilleistung (P01, P02) aus einem Lichtaustritts-
- fenster (11, 12) für eine Nutzung bestimmt ist, daß
 die für die Nutzung bestimmte und zur Gesamtleistung (P0)
 proportionale Teilleistung (P01, P02) aus dem einen Lichtaus-

5

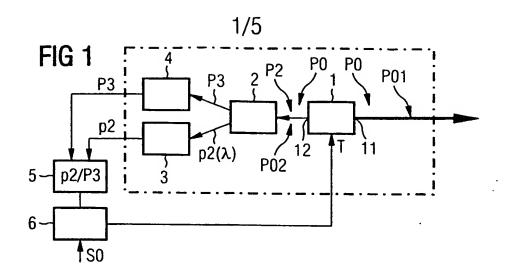
trittsfenster (11, 12) dem wellenlängenneutralen Leistungsteiler (7) zugeführt ist, der aus dieser Teilleistung (P01, P02) zwei Leistungsanteile erzeugt, deren einer dem Filter (2) als der zu filternde Leistungsanteil (P2) zugeführt und andere (P03) für die Nutzung zur Verfügung steht, wobei die vom Filter (2) aus dem zugeführten zu filternden Leistungsanteil (P2) ausgefilterte und im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge (λ) enthaltende Leistung (p2) dem einen Detektor (3) zugeführt ist, und

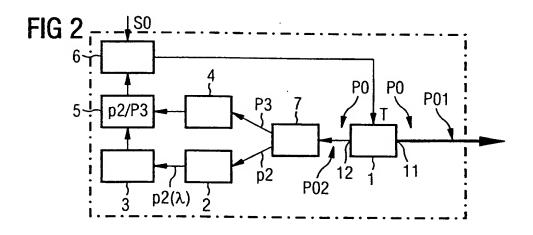
- die zur Gesamtleistung (P0) proportionale Teilleistung (P12, P11) aus dem anderen Lichtaustrittsfenster (12, 11) dem weiteren Detektor (4) als der weitere Leistungsanteil (P3) zugeführt ist.
- 15 16. Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß
 - der Laser (1) ein Lichtaustrittsfenster (11, 12) zum Abstrahlen einer zur Gesamtleistung (P0) proportionalen optischen Leistung (P0, P01, P02) aufweist, die für eine Nutzung
- 20 bestimmt ist,
 - diese optische Leistung (P0, P01, P02) dem wellenlängenneutralen Leistungsteiler (7) zugeführt ist, der aus dieser Leistung (P0, P01, P02) zwei Leistungsanteile (P03, P2) erzeugt, deren einer (P03) für die Nutzung bestimmt ist,
- dieser eine erzeugte Leistungsanteil (P03) einem weiteren wellenlängenneutralen Leistungsteiler (8) zugeführt ist, der diesen Leistungsanteil (P03) wiederum in zwei Leistungsanteile (P04, P3) aufspaltet, deren einer (P04) für die Nutzung bestimmt ist,
- der von einem (7) der beiden Leistungsteiler (7, 8) erzeugte andere Leistungsanteil (P2) dem Filter (2) zur Filterung zugeführt und die vom Filter (2) aus diesem zu filternden Leistungsanteil (P2) ausgefilterte und im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge (λ) enthaltende Leistung
- 35 (p2) dem einen Detektor (3) zugeführt ist, und

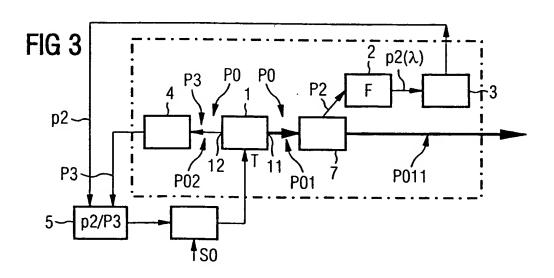
28

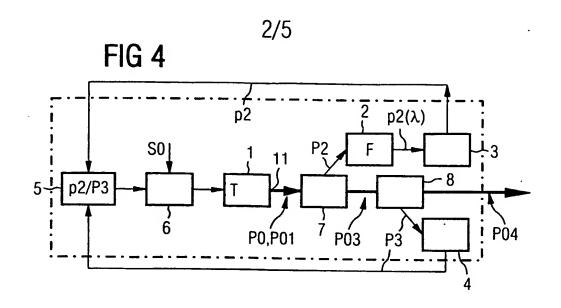
- der vom anderen Leistungsteiler (8) erzeugte andere Leistungsanteil (P3) als der weitere Leistungsanteil dem weiteren Detektor (4) zugeführt ist.
- 5 17. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine optische Leistung (P01, P02, P2) eine optische Linse (9) durchstrahlt.
- 18. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 17, dadurch 10 gekennzeichnet, daß eine optische Leistung (P01, P02, P2, P3) von einem Umlenkspiegel (10) umgelenkt ist.
 - 19. Anwendung eines Verfahrens oder einer Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche bei einem einen Halbleiterlaser (1) aufweisenden optischen Sendemodul für optische Übertragungssysteme.

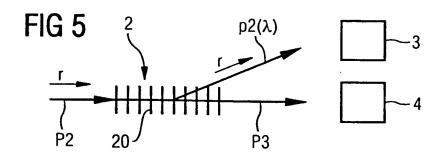
15

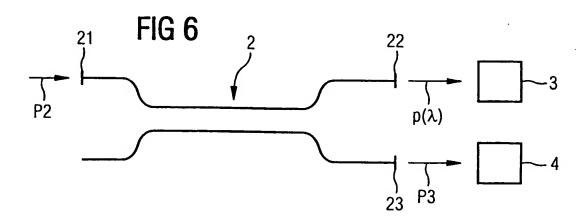


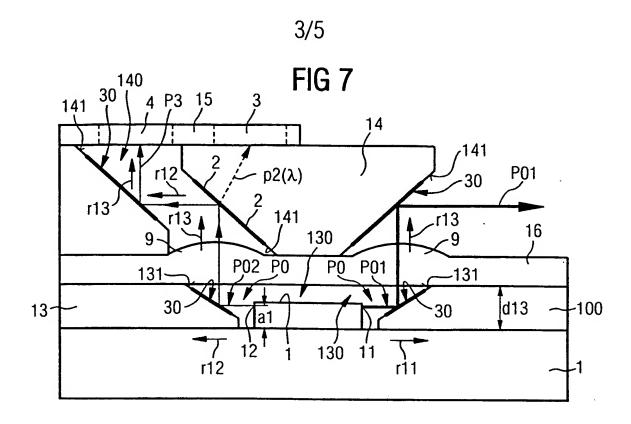


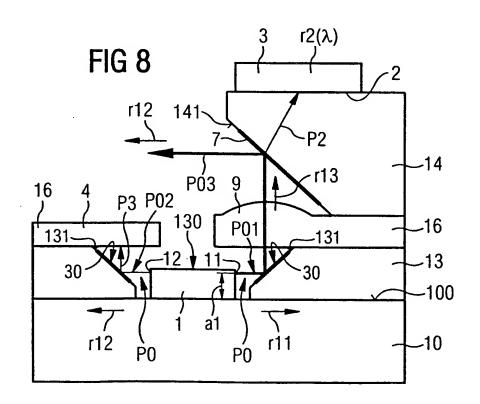


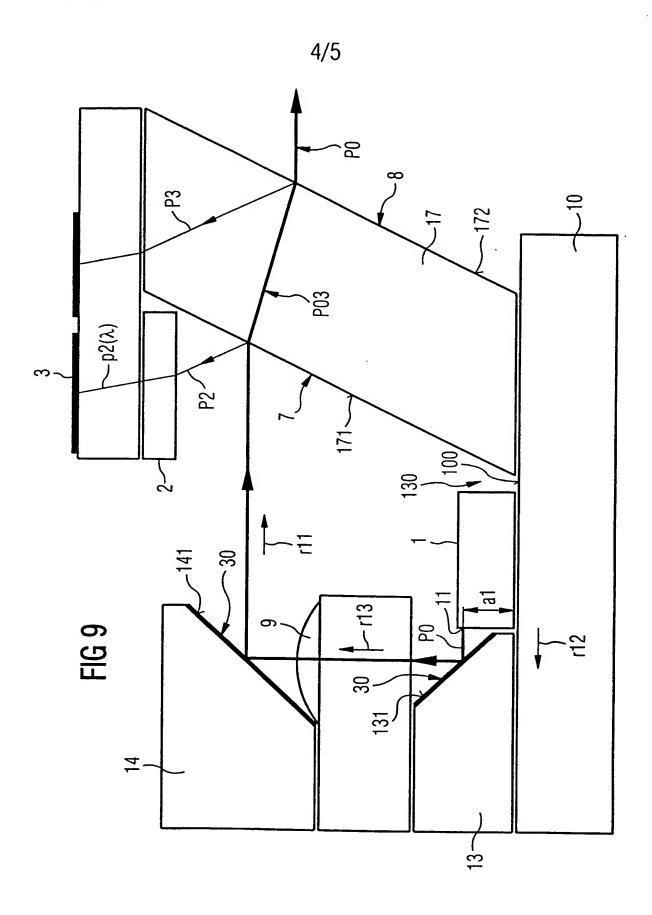


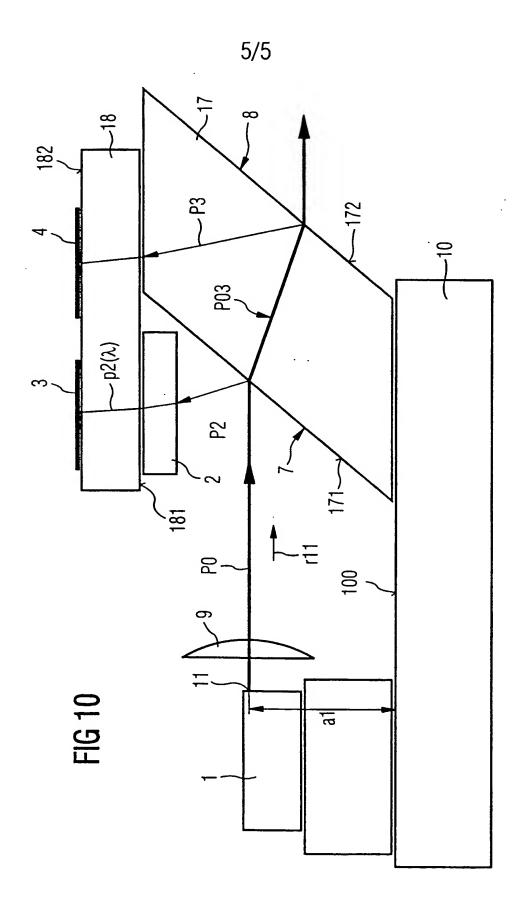












WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Buro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6:

H01S 3/133, 3/025

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 98/43327

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

1. Oktober 1998 (01.10.98)

23. Dezember 1998 (23.12.98)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE98/00737

A3

(22) Internationales Anmeldedatum:

12. März 1998 (12.03.98)

(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(30) Prioritätsdaten:

197 12 845.9

26. März 1997 (26.03.97)

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2,

D-80333 München (DE).

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts:

DE

(72) Erfinder; und

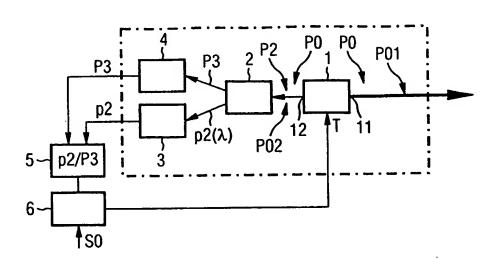
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): AURACHER, Franz [DE/DE]; Eichenstrasse 26, D-82065 Baierbrunn (DE). MÄRZ, Reinhard [DE/DE]; Comeniusstrasse 4, D-81667 München (DE).

(54) Title: METHOD FOR STABILIZING THE WAVELENGTH OF A LASER AND ARRANGEMENT FOR IMPLEMENTING SAID **METHOD**

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR WELLENLÄNGENSTABILISIERUNG EINES LASERS UND ANORDNUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS

(57) Abstract

The invention relates to a method and an arrangement which make it possible to measure a ratio (p2/P3) dependent on the overall optical power (P0) of the laser (1) between a power (p2) from a fraction (P2) of the overall power (P0) filtered by a filter, (2) said overall power (p2) substantially containing only the wavelength (λ) to be stabilized, and a second The value thus fraction (P3). obtained is then compared with a desired value (S0). The temperature (T) of the laser (1) is regulated according to the desired value (S0) if the resulting value does not correspond with the desired value (S0).



(57) Zusammenfassung

Bei dem Verfahren und der Anordnung wird ein von der optischen Gesamtleistung (P0) des Lasers (1) unabhängiges Verhältnis (p2/P3) zwischen einer von einem Filter (2) aus einem Anteil (P2) der Gesamtleistung (P0) ausgefilterten Leistung (p2), die im wesentlichen nur die zu stabilisierende Wellenlänge (λ) enthält, und einem weiteren Anteil (P3) gemessen, mit einem Sollwert (S0) verglichen und bei einer Abweichung vom Sollwert (SO) die Temperatur (T) des Lasers (1) auf den Sollwert (SO) geregelt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE.	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG		HU	Ungam	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Bulgarien Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
_		IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CA	Kanada			NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE		NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
СН	Schweiz	KG	Kirgisistan		Neuseeland	zw	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Polen	211	Zimoabwc
CM	Kamerun		Korea	PL			
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter onal Application No PCT/DE 98/00737

A. CLASSI IPC 6	FICATION OF SUBJECT MATTER H01S3/133 H01S3/025							
According to	b International Patent Classification(IPC) or to both national classifica	ation and IPC						
	SEARCHED							
Minimum do IPC 6	ocumentation searched (classification system followed by classification H01S	on symbols)	•					
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched								
Electronic d	ata base consulted during the international search (name of data bas	se and, where practical, search terms used						
C. DOCUM	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		, ·					
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the rele	evant passages	Relevant to claim No.					
Х	US 5 299 212 A (KOCH THOMAS L ET 29 March 1994 see the whole document	ΓAL)	1-19					
А	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 107 (E-113), 17 June 1982 & JP 57 037893 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 2 March 1982 see abstract							
А	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 199 (E-1352), 19 April 1993 & JP 04 342183 A (ANRITSU CORP), 27 November 1992 see abstract							
	-	-/						
X Furti	ner documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family members are listed i	n annex.					
	tegories of cited documents :	"T" later document published after the inter or priority date and not in conflict with						
consid "E" earlier c	ent defining the general state of the art which is not ered to be of particular relevance document but published on or after the international	cited to understand the principle or the invention "X" document of particular relevance; the c	eory underlying the					
	ate nt which may throw doubts on priority claim(s) or is cited to establish the publicationdate of another	cannot be considered novel or cannot involve an inventive step when the do	be considered to current is taken alone					
citation "O" docume	n or other special reason (as specified) ant referring to an oral disclosure, use, exhibition or	"Y" document of particular relevance; the c cannot be considered to involve an involvement is combined with one or modern and the combined with one or modern and the combined with one or modern and the combined with the combined	ventive step when the re other such docu-					
other r "P" docume later th	neans ant published prior to the international filling date but aan the priority date claimed	ments, such combination being obvious in the art. "&" document member of the same patent.	·					
Date of the	actual completion of theinternational search	Date of mailing of the international sea	rch report					
9	September 1998	16/09/1998						
Name and n	nailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentiaan 2	Authorized officer						
	NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 Claessen, L							

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr nai Application No
PCT/DE 98/00737

		1 CT/DE 98/00/3/
	Citation of documents with indication where appropriate of the relevant passages	Relevant to claim No.
Category °	Citation of document, with Indication, where appropriate, of the relevant passages	Total and Callin 110.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 629 (E-1462), 19 November 1993 & JP 05 198883 A (ANDO ELECTRIC CO LTD), 6 August 1993 see abstract	. 1
Α	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 367 (E-664), 30 September 1988 & JP 63 119284 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 23 May 1988 see abstract	1
Α	DE 44 29 748 A (FAGOR S COOP LTDA) 16 March 1995 see the whole document	1-19
Α	EP 0 660 467 A (SIEMENS AG) 28 June 1995 see figure 1	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

..ormation on patent family members

Intern 1al Application No
PCT/DE 98/00737

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)				Publication date
US 5299212	A	29-03-1994	DE DE EP JP	69403978 D 69403978 T 0615321 A 6350565 A	16-10-1997 14-09-1994		
DE 4429748	Α	16-03-1995	ES	2079282 A	01-01-1996		
EP 0660467	Α	28-06-1995	DE JP	59305898 D 7202350 A			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Interi nales Aktenzeichen PCT/DE 98/00737

a. KLASSI IPK 6	FIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES H01S3/133 H01S3/025					
	A CONTRACTOR OF THE CONTRACTOR	additional and deal DM				
	ternationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klas RCHIERTE GEBIETE	ssilkation und deripk				
Recherchies IPK 6	rter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbo $$ $$ $$ $$ $$ $$ $$ $$ $$ $$	le)				
Recherchie	rte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, so	weit diese unter die recherchierten Geblete	fallen			
Während de	er internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (N •	ame der Datenbank und evtl. verwendete S	Suchbegriffe)			
C. ALS WE	ESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		I			
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erfordertich unter Angabe	e der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.			
Х	US 5 299 212 A (KOCH THOMAS L ET 29. März 1994 siehe das ganze Dokument	AL)	1-19			
А	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 107 (E-113), 17. Ju & JP 57 037893 A (MITSUBISHI ELE CORP), 2. März 1982 siehe Zusammenfassung	1				
А	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 199 (E-1352), 19. A & JP 04 342183 A (ANRITSU CORP), 27. November 1992 siehe Zusammenfassung		1			
	<u> </u>					
	tere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu lehmen	X Siehe Anhang Patentfamilie				
"A" Veröffe aber n "E" älteres Anmel "L" Veröffei schein ander soll och ausge "O" Veröffe eine B "P" Veröffe dem b	ntlichung, die den aligemeinen Stand der Technik definiert, nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen idedatum veröffentlicht worden ist intlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft ernen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer en im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden der die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie führt) intlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, senutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht intlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	kann nicht als auf erindenschef i autgk werden, wenn die Veröffentlichung mit Veröffentlichungen dieser Kategorie in diese Verbindung für einen Fachmann "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben	tworden ist und mit der r zum Verständnis des der oder der ihr zugrundellegenden utung; die beanspruchte Erfindung chung nicht als neu oder auf achtet werden utung; die beanspruchte Erfindung eit berühend betrachtet einer oder mehreren anderen Verbindung gebracht wird und nahellegend ist Patenttamilie ist			
	Abschlusses der Internationalen Recherche . September 1998	Absendedatum des internationalen Re 16/09/1998	cherchenberichts			
	Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk	Bevollmächtigter Bediensteter				
	Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 Claessen, L					

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter males Aktenzeichen
PCT/DE 98/00737

		PCI/DE 90	
	ung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht komm	andan Taila	Betr. Anspruch Nr.
Kategorie*	Bezeichnung der Veronemilichung, soweit erfordenlich unter Angabe der im Betracht kömin	eudett (ane	Oeti. Alispidoli Ni.
Α	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 629 (E-1462), 19. November 1993 & JP 05 198883 A (ANDO ELECTRIC CO LTD), 6. August 1993 siehe Zusammenfassung		1
Α	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 367 (E-664), 30. September 1988 & JP 63 119284 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 23. Mai 1988 siehe Zusammenfassung		1
Α	DE 44 29 748 A (FAGOR S COOP LTDA) 16. März 1995 siehe das ganze Dokument		1-19
Α	EP 0 660 467 A (SIEMENS AG) 28. Juni 1995 siehe Abbildung 1 		1
	٤		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung..., die zur selben Patentiamilie gehören

Interr nales Aktenzeichen
PCT/DE 98/00737

lm Recherchenberich angeführtes Patentdoku		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		batam acr		Datum der Veröffentlichung
US 5299212	A	29-03-1994	DE DE EP JP	69403978 D 69403978 T 0615321 A 6350565 A	07-08-1997 16-10-1997 14-09-1994 22-12-1994		
DE 4429748	Α	16-03-1995	ES	2079282 A	01-01-1996		
EP 0660467	Α	28-06-1995	DE JP	59305898 D 7202350 A	24-04-1997 04-08-1995		

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS
IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
FADED TEXT OR DRAWING
☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
GRAY SCALE DOCUMENTS
☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
□ other:

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.